饲粮魔芋甘露寡糖添加水平对生长獭兔生长性能、毛皮质量、屠宰性能和肉品质的影响[1]

吴峰洋[1]　陈宝江[1]　李　冲[1]　刘亚娟[2,3]　陈赛娟[2,3]　谷子林[1,3*]

（1.河北农业大学动物科技学院，保定 071001；2.河北农业大学山区研究所，保定 071001；3.河北省山区农业工程技术研究中心，保定 071001）

摘　要：本试验旨在研究饲粮魔芋甘露寡糖（KON-MOS）添加水平对生长獭兔生长性能、毛皮质量、屠宰性能和肉品质的影响。选取平均体重为(0.84±0.07) kg 的断奶獭兔 120 只，随机分为 5 组（每组 24 个重复，每个重复 1 只）。其中，I组为对照组，饲喂基础饲粮，II~V组为试验组，分别饲喂 KON-MOS 添加水平为 50、100、150、200 mg/kg 的试验饲粮。预试期 7 d，正试期 60 d。结果表明：1)饲粮 KON-MOS 添加水平对生长獭兔的平均日增重、料重比有显著影响（P＜0.05）。以III组平均日增重最高，显著高于对照组（P＜0.05）；料重比最低，显著低于对照组（P＜0.05）。饲粮 KON-MOS 添加水平对生长獭兔的腹泻率和死亡率无显著影响（P＞0.05），但试验组两者均低于对照组。2)饲粮 KON-MOS 添加水平对生长獭兔的被毛密度、被毛长度和毛皮重量无显著影响（P＞0.05），对皮张面积有显著影响（P＜0.05）。III组皮张面积显著大于对照组（P＜0.05），各试验组间差异不显著（P＞0.05）。3)饲粮 KON-MOS 添加水平对生长獭兔的全净膛率及半净膛率无显著影响（P＞0.05），但各试验组两者均高于对照组。4)饲粮 KON-MOS 添加水平对生长獭兔屠宰后 45 min 时和 24 h 时的 pH、剪切力、蒸煮损失以及亮度（L*）、红度（a*）、黄度（b*）值均无显著影响（P＞0.05）。综合考虑本试验所测指标，生长獭兔饲粮中适宜的 KON-MOS 添加水平为 100 mg/kg。

关键词:魔芋甘露寡糖；獭兔；生长性能；毛皮质量；屠宰性能；肉品质

收稿日期：2016-10-25
基金项目：国家兔产业技术体系（CARS-44-05B）；河北省科技支撑计划[14236602D-9（2015）]
作者简介：吴峰洋（1989-）,男,河北石家庄人，硕士研究生，研究方向为动物营养与饲料科学。E-mail: fengyangwu2015@163.com
*通信作者:谷子林,教授，博士生导师，E-mail: gz1887@sina.com

中图分类号：S816　　　　　　文献标识码：A　　　　　文章编号：

在畜产品安全问题持续升温，畜牧业无抗化逐步推进的大背景下，寡糖类添加剂的开发成为了当下的研究热点。魔芋甘露寡糖（konjac mannose oligosaccharide，KON-MOS）作为一种功能性低聚糖，具有绿色、安全、稳定、无残留和耐药性等优点，其在促进动物生长和改善动物屠宰性能等方面的作用和潜力，逐渐引起了学者们的关注。简运华等[1]报道，在黄羽肉鸡饲粮中添加 0.1％和 0.2％的甘露寡糖（mannose Oligosaccharide,MOS）可以提高黄羽肉鸡的饲料利用效率，促进其生长，并优化肠道内环境；李玉欣等[2]报道，毕赤酵母 MOS 可以通过优化肠道绒毛结构，增强机体免疫力等方式来提高断奶仔猪的生长性能；Torrecillas 等[3]报道，MOS 可以增加血液中免疫球蛋白的含量，提高 T 细胞受体以及 II 类主要组织相容性复合体(MHCII)的水平。魔芋是生产 KON-MOS 的主要原料，我国是世界上盛产魔芋的国家之一，在开发和利用 KON-MOS 方面具有原料资源上的优势。目前未见 KON-MOS 在獭兔生产上的研究报道，因此本试验通过在饲粮中添加不同水平的 KON-MOS，研究其对生长獭兔生长性能、毛皮质量、屠宰性能以及肉品质的影响，寻找 KON-MOS 在生长獭兔饲粮中的适宜添加水平，为 KON-MOS 在兔生产中的应用提供科学参考。

1　材料与方法

1.1　试验材料和基础饲粮

试验所用 KON-MOS 为河北科纳生物技术有限公司产品，由酶解法生产，有效含量≥25%，为棕黄色粉末状。基础饲粮参照 NRC（1977）[4]建议的兔营养需求以及谷子林[5]推荐的獭兔营养供给量进行配制，其组成及营养水平见表 1。在基础饲粮中分别添加 50、100、150、200 mg/kg 的 KON-MOS，制成试验饲粮。基础饲粮和试验饲粮均制成直径为 4～6 mm、长 10 mm 的颗粒饲料。

表 1　基础饲粮组成及营养水平(风干基础)

Table 1　Composition and nutrient levels of the basal diet (air-dry basis)　　　　%

项目 Items	含量 Content

原料 Ingredients	
玉米 Corn	13.00
次粉 Wheat middling	7.00
豆粕 Soybean meal	17.00
小麦麸 Wheat bran	20.00
花生皮 Peanut coat	12.00
花生秧 Peanut straws	27.00
食盐 NaCl	0.50
石粉 Limestone	1.00
预混料 Premix[1)]	2.00
L-赖氨酸 *L*-Lys	0.20
DL-蛋氨酸 *DL*-Met	0.30
合计 Total	100.00
营养水平 Nutrient levels[2)]	
消化能 DE/(MJ/kg)	10.21
粗蛋白质 CP	15.74
粗纤维 CF	15.87
中性洗涤纤维 NDF	35.12
酸性洗涤纤维 ADF	20.25
酸性洗涤木质素 ADL	5.74
粗脂肪 EE	2.02
钙 Ca	1.04
总磷 TP	0.53

1) 预混料为每千克饲粮提供 The premix provided the following per kg of the diet:Fe (as ferric sulfate) 70 mg，Cu (as copper sulfate) 20 mg，Zn (as zinc sulfate) 70 mg，Mn (as manganese sulfate) 10 mg，Co 0.15 mg，I 0.2 mg，Se (as sodium sulfate) 0.25 mg，VA 10 000 IU，VD 900 IU，VE 50 mg，VK 2 mg，硫胺素 thiamine 2 mg，核黄素 riboflavin 6 mg，泛酸 pantothenic acid 50 mg，吡哆醇 pyridoxine 2 mg，VB_{12} 0.02 mg，烟酸 niacin 50 mg，胆碱 choline 1 000 mg，生物素 biotin 0.2 mg。

2) 消化能为计算值，其他为实测值。DE was a calculated value, while the others were measured values.

1.2 试验动物与试验设计

选取平均体重为(0.84±0.07) kg 的断奶獭兔 120 只（公母各占 1/2），按性别和体重随机分为 5 组，每组 24 个重复，每个重复 1 只试验兔。其中，I组为对照组，饲喂基础饲粮；II~V组为试验组，分别饲喂在基础饲粮中添加了 50、100、150、200 mg/kg KON-MOS 的试验饲

粮。

试验前对所用兔舍和笼具进行全面的清洁和消毒，每只试验兔于笼内单独饲养，每天于08:00 和 18:00 各饲喂 1 次，常规饲养管理，自由采食和饮水，自然通风和光照。预试期 7 d，正试期 60 d。

1.3 测定指标和方法

1.3.1 生长性能

于试验开始和结束时分别称量各组试验兔的体重，并统计全期的饲喂量，计算平均日增重（ADG）、平均日采食量（ADFI）和料重比（F/G）。记录每只试验兔每日的腹泻情况以及试验结束时各组试验兔的死亡情况，计算腹泻率和死亡率。

腹泻率(%)=［试验期内腹泻只数/(试验天数×试验只数)］×100；

死亡率(%)=（试验期内死亡个体数/试验期内试验兔数量）×100。

1.3.2 毛皮质量

被毛密度参照谷子林等[6]的“五点取样法”测定。采用环剥法剥下兔皮，去除皮上的残肉和脂肪后称得皮重。被毛长度用游标卡尺直接测得。皮张面积是皮长和皮宽之积，皮长是指剥下的獭兔皮自颈部中间至尾根的长度，皮宽指腰部中间两边缘之间的宽度。

1.3.3 屠宰性能

试验结束后，每组随机选取 4 只试验兔（公母各半）进行屠宰，宰前 12 h 禁食，称量记录宰前活重，屠宰后记录胴体及各内脏器官重。全净膛重指去除血液、头部、毛皮、四肢以及全部内脏器官后的胴体重。半净膛重指全净膛重加上肝脏、肾脏和心脏后的重量。

全净膛率(%)=（全净膛重/宰前活重）×100；

半净膛率(%)=[（全净膛重+心脏重+肝脏重+肾脏重）/宰前活重]×100。

1.3.4 肉品质

屠宰后用手术刀从两侧分别取下 3 cm×4 cm 大小的背最长肌，用于蒸煮损失、宰后 45

min 和 24 h 的 pH 以及亮度（L*）、红度（a*）、黄度（b*）值和剪切力的测定。

蒸煮损失：将肉样称重记为 m_1（g）后，装入塑料袋内真空包装，放置于 80 ℃水浴锅内蒸煮 1 h 后用流水冷却 20~30 min，取出肉样擦去表面水分称重记为 m_2（g）。

蒸煮损失(%)=[（m_1-m_2)/m_1]×100。

宰后 45 min 和 24 h 的 pH：分别在宰后 45 min 和 24 h 采用 testo-205 型 pH 测量仪从肉样的上、中、下 3 个部分各取 1 个点测量 pH，最后求平均值。

a*、b*、L*值：采用 i wave WR-18 型精密色差仪从肉样的上、中、下 3 个部分各取 1 个点分别测量 a*、b*、L*值，最后求平均值。

剪切力：将肉样装入塑料袋放入水温为 75~80 ℃的水浴锅内水浴 2 h 后用流水冷却 30 min，以与肌纤维平行的方向截取长宽厚分别为 1.5、1.0 和 0.5 cm 的肉样，采用 CLM-3B 型肌肉嫩度仪测量剪切力。

1.4 数据处理与分析

采用 Excel 2007 和 SPSS 17.0 统计软件对数据进行处理和分析，采用单因素方差分析(one-way ANOVA)检验组间差异显著性，采用 LDS 法进行多重比较。P＜0.05 为差异显著，P＜0.01 为差异极显著。除腹泻率和死亡率外，试验结果以平均值±标准差表示。

2 结果与分析

2.1 饲粮 KON-MOS 添加水平对生长獭兔生长性能的影响

由表 2 可知，饲粮 KON-MOS 添加水平对生长獭兔的 ADG 和 F/G 有显著影响（P＜0.05），对 ADFI 无显著影响（P>0.05）。其中，ADG 以III组最高，为（21.25±1.20） g/d，显著高于对照组的（19.83±0.98） g/d（P＜0.05），II、IV、V组比对照组分别高出 3.22%（P>0.05）、5.79%（P＜0.05）和 5.35%（P>0.05），但各试验组间差异不显著（P＞0.05）。各试验组 F/G 均低于对照组，且以III组最低，仅为（4.78±0.59），显著低于对照组的（5.33±0.51）（P＜0.05），各试验组间无显著差异（P＞0.05）。ADFI 以III组最低，仅为（101.72±4.01） g/d，

比对照组的（106.11±2.97） g/d 低出 4.13%（*P*>0.05）。腹泻率和死亡率各组间未出现显著差异（*P*>0.05），但各试验组均低于对照组。

表 2　饲粮 KON-MOS 添加水平对生长獭兔生长性能的影响

Table 2　Effects of KON-MOS supplemental level on growth performance of growing Rex rabbits

项目 Items	I组 Group I	II组 Group II	III组 Group III	IV组 Group IV	V组 Group V
始重 Initial weight/g	844.13±86.45	822.16±100.08	861.54±91.53	851.08±80.43	832.50±98.56
末重 Final weight/g	2 051.49±85.28	2 069.35±93.62	2 123.47±78.37	2 095.62±82.45	2 099.73±72.19
平均日增重 ADG/（g/d）	19.83±0.98[b]	20.47±0.49[ab]	21.25±1.20[a]	20.98±0.63[a]	20.89±0.54[ab]
平均日采食量 ADFI/（g/d）	106.11±2.97	103.09±3.64	101.72±4.01	103.56±4.25	101.85±3.53
料重比 F/G	5.33±0.51[a]	4.95±0.38[ab]	4.78±0.59[b]	4.97±0.33[ab]	4.90±0.42[ab]
腹泻率 Diarrhea rate/%	7.31	3.98	2.12	3.15	3.64
死亡率 Mortality rate/%	8.33	0.00	0.00	4.17	4.17

同行数据肩标无字母或相同字母表示差异不显著（*P*>0.05），不同小写字母表示差异显著（*P*<0.05），不同大写字母表示差异极显著(*P*<0.01)。下表同。

In the same row, values with no letter or the same letter superscripts mean no significant difference （*P*>0.05）, while with different small letter superscripts mean significant difference （*P*<0.05）, and with different capital letter superscripts mean significant difference （*P*<0.01). The same as below.

2.2　饲粮 KON-MOS 添加水平对生长獭兔毛皮质量的影响

由表 3 可知，饲粮 KON-MOS 添加水平对生长獭兔的被毛密度、被毛长度以及毛皮重量均无显著影响（*P*>0.05），对皮张面积有显著影响（*P*<0.05）。各试验组皮张面积均大于对照组，且以III组最大，为（1132.33±29.05） cm^2，显著高于对照组的（912.67±20.39） cm^2（*P*<0.05），各试验组间无显著差异（*P*<0.05）。

表 3　饲粮 KON-MOS 添加水平对生长獭兔毛皮质量的影响

Table 3　Effects of KON-MOS supplemental level on fur quality of growing Rex rabbits

项目 Items	I组 GroupI	II组 Group II	III组 Group III	IV组 Group IV	V组 Group V

被毛密度 Wool density/cm^2	13 458.65±553.91	13 247.55±485.20	13 994.71±397.53	13 705.99±507.56	13 419.91±401.92
被毛长度 Wool length/cm	2.17±0.12	2.15±0.13	2.18±0.12	2.17±0.11	2.16±0.13
皮张面积 Fur area/cm^2	912.67±20.39^b	943.00±25.94^{ab}	1 132.33±29.05^a	985.43±18.59^{ab}	970.67±17.02^{ab}
毛皮重量 Fur weight/g	263.27±10.41	266.25±12.20	306.63±15.54	280.49±11.63	272.14±12.07

2.3 饲粮 KON-MOS 添加水平对生长獭兔屠宰性能的影响

由表 4 可知，在各组间宰前活重无显著差异（*P*＞0.05）的情况下，生长獭兔的全净膛率和半净膛率随着饲粮 KON-MOS 添加水平的升高呈现先升高后降低的趋势。II、III、IV、V的全净膛率比对照组分别高了 4.07％、9.37％、7.22％和 3.72％，半净膛率比对照组分别高了 5.14％、9.41％、6.63％和 4.94％，但差异均未达显著水平（*P*＞0.05）。

表 4 饲粮 KON-MOS 添加水平对生长獭兔屠宰性能的影响

Table 4 Effects of KON-MOS supplemental level on slaughter performance of growing Rex rabbits

项目 Items	I组 Group I	II组 Group II	III组 Group III	IV组 Group IV	V组 Group V
宰前活重 LWBS/g	1 980.07±75.88	2 005.04±69.28	2 141.33±69.19	2 101.26±86.75	2 135.41±77.79
全净膛率 All eviscerated slaughter rate/％	47.81±0.24	49.76±0.52	52.29±0.91	51.26±0.65	49.59±0.45
半净膛率 Half eviscerated slaughter rate/％	51.21±0.37	53.84±0.68	56.03±0.81	54.61±0.48	53.74±0.72

2.4 饲粮 KON-MOS 添加水平对生长獭兔肉品质的影响

由表 5 可知，饲粮 KON-MOS 添加水平对生长獭兔背最长肌的剪切力、蒸煮损失、肉色（L*、a*、b*值）以及屠宰后 45 min 和 24 h 的 pH 均无显著影响（*P*＞0.05），但对照组 pH 在 45 min~24 h 时间范围内的下降幅度和 a*值均高于各试验组。

表 5 饲粮 KON-MOS 添加水平对生长獭兔肉品质的影响

Table 5 Effects of KON-MOS supplemental level on meat quality of growing Rex rabbits

项目 Items	I组 Group I	II组 Group II	III组 Group III	IV组 Group IV	V组 Group V

宰后 45 min 的 pH pH at 45 min after slaughter	6.49±0.12	6.32±0.19	6.33±0.15	6.46±0.12	6.40±0.18
宰后 24 h 的 pH pH at 24 h after slaughter	6.11±0.16	6.25±0.22	6.18±0.06[b]	6.31±0.15	6.15±0.11
剪切力 Shear force/kgf	2.96±0.21	2.83±0.17	3.19±0.14	3.17±0.23	3.24±0.18
蒸煮损失 Cooking loss/%	32.45±3.67	29.81±0.44	30.16±2.23	31.55±1.96	32.87±0.53
亮度 L*	50.33±2.60	51.03±2.91	53.01±3.34	49.63±1.01	51.20±2.23
红度 a*	12.01±0.18	10.83±0.35	11.17±0.23	11.83±0.36	11.79±0.29
黄度 b*	7.55±0.41	7.97±0.63	7.58±0.87	7.53±0.49	7.51±0.24

3 讨 论

3.1 饲粮 KON-MOS 添加水平对生长獭兔生长性能的影响

MOS 对畜禽生长性能影响的研究报道较多，张军霞等[7]报道 MOS 可以使断奶仔猪的 ADG 显著提高，F/G 显著降低，腹泻率和腹泻指数有所下降；康坤等[8]报道，在犊牛饲粮中添加 MOS 可以显著改善犊牛的 ADG 和 F/G，并使犊牛的腹泻率降低。本试验中 KON-MOS 添加水平对生长獭兔的 ADG 和 F/G 均有显著影响，可见 KON-MOS 对生长獭兔的生长性能也有显著的改善作用。这与 Mourão 等[9]在家兔、Bovera 等[10]在伊拉兔的饲粮中添加 MOS 得到的结果相近。KON-MOS 具有促生长作用的可能原因是：1)调节肠道内环境，促进有益菌的增殖，减少有害菌的定植。Jahanian 等[11]研究表明，MOS 可以极显著提高肠道内乳酸菌的数量，同时使沙门氏菌的数量极显著降低，但对肠道细菌的总数没有显著影响。营养和肠道微生物的互作与动物的生长性能息息相关，KON-MOS 有助于维持肠道微生态菌群平衡或使有益菌占优势，从而提高营养物质利用率，改善生长性能。同时，KON-MOS 也减弱了因菌群失衡或有害菌占优势时对营养素吸收功能的影响以及对饲粮营养额外的消耗。2）优化肠道结构形态，改善肠道机能。Pinheiro 等[12]报道，MOS 可以显著增加家兔的肠绒毛长度和肠道的吸收面积。肠道是兔重要的消化器官，肠道机能的强弱直接影响兔对营养物质的

消化与利用。KON-MOS 有利于促进肠道发育，改善肠道的形态和机能，增强肠道对营养物质的消化和吸收能力，从而改善兔的生长性能。除此之外，KON-MOS 还具有增加盲肠内挥发性脂肪酸浓度，降低盲肠内 pH，提高抗病、抗氧化、抗应激能力，吸附霉菌毒素，改善饲料品质等作用，对兔生长性能的改善具有积极作用。以上所述也可能是本试验中各试验组的腹泻率和死亡率均低于对照组的主要原因，肠道有害菌数量的减少、肠道黏膜完整性和稳定性的维持以及抗病能力的提高和饲料品质的改善都对腹泻率和死亡率的降低有积极作用。本试验中，KON-MOS 添加水平在 100 mg/kg 时生长獭兔的 ADG 最高、F/G 最低，进一步增大添加水平时效果下降。引起这一现象可能的原因是，断奶应激和饲喂模式的转变影响了幼兔的免疫反应和肠道内环境的平衡，而 KON-MOS 有助于幼兔抗病能力的提升和肠道微生态平衡的维持，因此 KON-MOS 的添加可以起到改善生长性能的效果，但是过高的添加水平则可能会引起过度免疫刺激等负面影响。

3.2 饲粮 KON-MOS 添加水平对生长獭兔毛皮质量的影响

獭兔是一种典型的皮用型兔，毛皮质量的高低直接决定了獭兔的经济价值。被毛密度、被毛长度、皮张面积和毛皮重量是衡量獭兔毛皮质量的指标。本试验中，饲粮 KON-MOS 添加水平对生长獭兔的被毛密度、被毛长度以及毛皮质量均未产生显著影响。当 KON-MOS 添加水平为 100 mg/kg 时，显著提高了生长獭兔的皮张面积，这可能是由于皮张面积与体重有一定的正相关性。谷子林[13]报道，獭兔的毛皮面积与体重增长存在正相关关系，毛皮面积的变化对毛皮重量也有影响。本试验中，皮张面积各试验组均大于对照组，且III组显著大于对照组，毛皮质量虽未出现显著差异，但与皮张面积的变化趋势相符，与谷子林[13]的报道基本一致。

3.3 饲粮 KON-MOS 添加水平对生长獭兔屠宰性能的影响

作为一种皮用型兔种，研究者和养殖者的精力多集中在如何提高獭兔毛皮的质量和产量上，而对獭兔肉的开发和利用程度不够。兔肉具有高蛋白质、低脂肪、低胆固醇等特点，有

“荤中之素”的称谓，受到了广大消费者的青睐。若能在提升毛皮质量和产量的同时兼顾肉质和产量的提升，则有助于提升獭兔的经济价值。屠宰率是衡量动物产肉性能的重要指标，本试验在宰前活重差异不显著的情况下，全净膛率和半净膛率各试验组均高于对照组，但没有出现显著性差异。这说明，饲粮添加 KON-MOS 对生长獭兔全净膛率和半净膛率有一定的提升趋势，两者的提高可能是由于相同品种或生理阶段獭兔的屠宰率与体重呈现正相关性。

3.4 饲粮 KON-MOS 添加水平对生长獭兔肉品质的影响

随着生活水平的不断提高，人们对肉品质的要求也越来越高。肉品质是一个综合性状，可以通过 pH、嫩度、系水力以及肉色等指标来衡量。pH 是肉品质评价体系中一个重要的指标，它反映了屠宰后肌糖原转化为乳酸的速度和强度。肌肉 pH 下降会导致蛋白质变性，细胞骨架收缩，肌肉僵直汁液渗出增多，从而影响肌肉的滴水损失。pH 与肉的色泽、嫩度以及贮藏期等指标有关，较高的 pH 一般具有较长的货架期[14]。本试验中各组间宰后 45 min 和 24 h 的 pH 均无显著差异，但对照组宰后 24 h 的 pH 的下降幅度高于各试验组。这说明，饲粮添加 KON-MOS 有延缓肌糖原酵解，延长贮藏期的作用。肉的嫩度是消费者选择肉品时重要的衡量指标之一，通常可以用剪切力的大小来表示。肉的嫩度与肌肉中肌原纤维、结缔组织等的含量与化学结构有关。本试验中各组间剪切力无显著差异，说明饲粮添加 KON-MOS 未对兔肉的嫩度产生显著影响。系水力表示肌肉对水分的保持能力，可以用蒸煮损失来描述，一般来说蒸煮损失越低，系水力越强。系水力与肉的色泽以及多汁性等性状有关，对加工肉的产量也有直接影响。本试验中各组间蒸煮损失无显著差异，说明饲粮添加 KON-MOS 对兔肉的系水力没有显著的影响。肉色是消费者对肉质好坏直观的感官评价，影响着消费者的消费行为。肉色受肌肉中肌红蛋白含量的影响[15]。本试验中各组间 L*、a*、b*值均未出现显著差异，说明饲粮添加 KON-MOS 对肉色没有产生显著影响。

4 结 论

① 饲粮 KON-MOS 添加水平对生长獭兔的 ADG 和 F/G 有显著的改善作用，对毛皮质

量和肉品质无显著的影响，但对全净膛率、半净膛率以及兔肉的贮存期有一定的提升趋势。

② 综合考虑本试验所测指标，生长獭兔饲粮中 KON-MOS 的适宜添加水平为 100 mg/kg。

参考文献：

[1] 简运华,高春国,蒋守群.甘露寡糖对中速型黄羽肉鸡生产性能和肠道微生物菌群的影响[J].中国家禽,2016,38(11):78–80.

[2] 李玉欣,张立梅,韩丹丹,等.毕赤酵母甘露寡糖对断奶仔猪生产性能肠道绒毛和细胞因子的影响[J].中国兽医杂志,2015,51(11):33–35.

[3] TORRECILLAS S,MONTERO D,CABALLERO M J,et al.Effects of dietary concentrated mannan oligosaccharides supplementation on growth,gut mucosal immune system and liver lipid metabolism of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles[J].Fish & Shellfish Immunology,2015,42(2):508–516.

[4] NRC.Nutrient requirements of rabbits[S].2nd rev ed.Washington,D.C.:National Academy Press,1997.

[5] 谷子林.家兔饲料的配制与配方[M].北京:中国农业出版社,2002.

[6] 谷子林,顾时贵,任文社,等.力克斯兔被毛密度研究[J].中国养兔杂志,1999(4):18–21.

[7] 张军霞,李祖栋.甘露寡糖对断奶八眉二元仔猪生长性能的影响[J].饲料工业,2015,36(10):41–43.

[8] 康坤,聂琴,李彪.甘露寡糖(MOS)对犊牛腹泻及生长性能的影响[J].畜禽业,2015(2):85.

[9] MOURÃO J L,PINHEIRO V,ALVES A,et al.Effect of mannan oligosaccharides on the performance,intestinal morpHology and cecal fermentation of fattening rabbits[J].Animal Feed Science and Technology,2006,126(1/2):107–120.

[10] BOVERA F,LESTINGI A,MARONO S,et al.Effect of dietary mannan-oligosaccharides on *in*

vivo performance,nutrient digestibility and caecal content characteristics of growing rabbits[J].Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition,2012,96(1):130–136.

[11] JAHANIAN R,ASHNAGAR M.Effect of dietary supplementation of mannan-oligosaccharides on performance,blood metabolites,ileal nutrient digestibility,and gut microflora in *Escherichia coli*-challenged laying hens[J].Poultry Science,2015,94(9):2165–2172.

[12] PINHEIRO V,ALVES A,MOURÃO J L,et al.Effect of mannan oligosaccharides on the ileal morpHometry and cecal fermentation of growing rabbits[C]//Proceedings of the 8th World Rabbit Congress.Pueblo:[s.n.],2005:936–941.

[13] 谷子林.獭兔养殖解疑 300 问[M].2 版.北京:中国农业出版社,2014.

[14] QIAO M,FLETCHER D L,SMITH D P,et al.The effect of broiler breast meat color on pH,moisture,water-holding capacity,and emulsification capacity[J].Poultry Science,2001,80(5):676–680.

[15] INSAUSTI K,BERIAIN M J,LIZASO G,et al.Multivariate study of different beef quality traits from local Spanish cattle breeds[J].Animal,2008,2(3):447–458.

Effects of Konjac Mannose Oligosaccharide Supplemental Level on Growth Performance, Fur Quality, Slaughter Performance and Meat Quality of Growing Rex Rabbits

WU Fengyang[1] CHEN Baojiang[1] LI Chong[1] LIU Yajuan[2,3] CHEN Saijuan[2,3] GU Zilin[1,3*]

(1. *College of Animal Science and Technology*, *Agricultural University of Hebei*, *Baoding* 071001, *China*; 2. *Mountainous Area Research Institute of Hebei Province*, *Baoding* 071001, *China*; 3. *Mountain Area of Hebei Province Agricultural Engineering Technology Research Center*, *Baoding* 071001, *China*)

*Corresponding author, professor, E-mail: gz1887@sina.com (责任编辑 菅景颖)

Abstract: This experiment was conducted to study the effects of konjac mannose oligosaccharide supplemental level on growth performance, fur quality, slaughter performance and meat quality of growing Rex rabbits. One hundred and twenty weanling Rex rabbits with an average body weight of (0.84±0.07) kg were randomly assigned to 5 groups with 24 replicates in each group and each replicate contained 1 rabbit. Rabbits in group Ⅰ （control group） were fed a basal diet, while the rabbits in groups Ⅱ to Ⅴ（experimental group）were fed experimental diets with supplemented 50, 100, 150 and 200 mg/kg konjac mannose oligosaccharide on the basis of the basal diet, respectively. There was a pretrial period of 7 days followed by an experimental period of 60 days. The results showed as follows: 1) konjac mannose oligosaccharide supplemental level had significant influences on average daily gain and feed/gain （P<0.05）. The average daily gain of group III was the highest and significantly higher than that of control group （P<0.05）. The feed/gain of group III was the lowest and significantly lower than that of control group（P<0.05）. The diarrhea rate and mortality in all experimental groups were lower than those in control group, but no significant differences were found among them （P>0.05）. 2) Konjac mannose oligosaccharide supplemental level had no significant influences on wool density, wool length and fur weight （P>0.05）, but had a significant influence on fur area （P<0.05） .The fur area in group III was significantly bigger than that in control group （P<0.05）, while there were no significant differences among all experimental groups（P>0.05）. 3)The all eviscerated slaughter rate and half eviscerated slaughter rate in all experimental groups were higher than those in control group, but no significant differences were found among them （P>0.05）. 4) Konjac mannose oligosaccharide supplemental level had no significant influences on pH at 45 min and 24 h after slaughter, shear force, cooking loss and L* value, a* value, b* value of Rex rabbits meat （P>0.05）. Considering all indices of this experiment, the appropriate konjac mannose oligosaccharide supplemental levels in the diet of growing Rex rabbits is 100 mg/kg.

Key words: konjac mannose oligosaccharide; Rex rabbits; growth performance; fur quality; slaughter performance; meat quality